

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-063104

(43)Date of publication of application : 29.02.2000

(51)Int.Cl.

C01B 3/38  
H01M 8/06

(21)Application number : 10-228411

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 12.08.1998

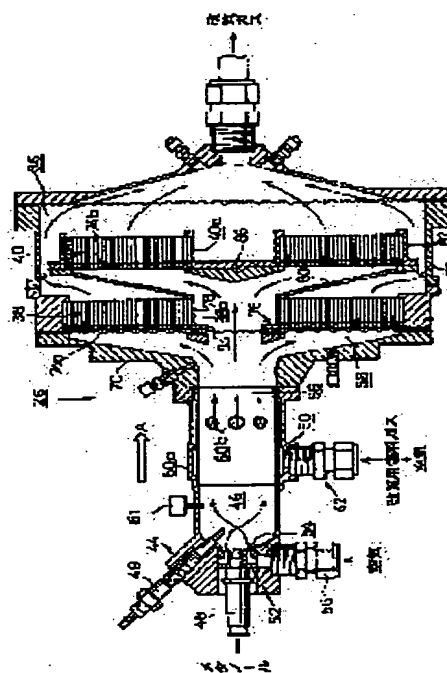
(72)Inventor : OKADA HIKARI  
IZEKI EIJI  
KOTANI YASUNORI  
SUMI HIDEAKI

## (54) FUEL REFORMING APPARATUS AND CONTROL THEREOF

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To readily perform warm air operation in starting in a short time by a simple constitution.

SOLUTION: This fuel reformer is equipped with a reforming chamber 36 arranged in first and second reforming catalyst layers 38 and 40 and a fuel mechanism 44 for starting for directly feeding combustion gas for heating to the first and second reforming catalyst layers 38 and 40. The combustion mechanism 44 is equipped with an injector 48 for feeding the fuel for heating to the combustion chamber 46 and a glow plug 49 for igniting the fuel for heating.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.11.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-63104  
(P2000-63104A)

(43)公開日 平成12年2月29日(2000.2.29)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
C 0 1 B 3/38		C 0 1 B 3/38	4 G 0 4 0
H 0 1 M 8/06		H 0 1 M 8/06	G 5 H 0 2 7

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平10-228411

(22)出願日 平成10年8月12日(1998.8.12)

(71)出願人 000005326

本田技研工業株式会社  
東京都港区南青山二丁目1番1号

(72)発明者 岡田 光

埼玉県和光市中央1-4-1 株式会社本  
田技術研究所内

(72)発明者 井関 英治

埼玉県和光市中央1-4-1 株式会社本  
田技術研究所内

(74)代理人 100077665

弁理士 千葉 剛宏 (外1名)

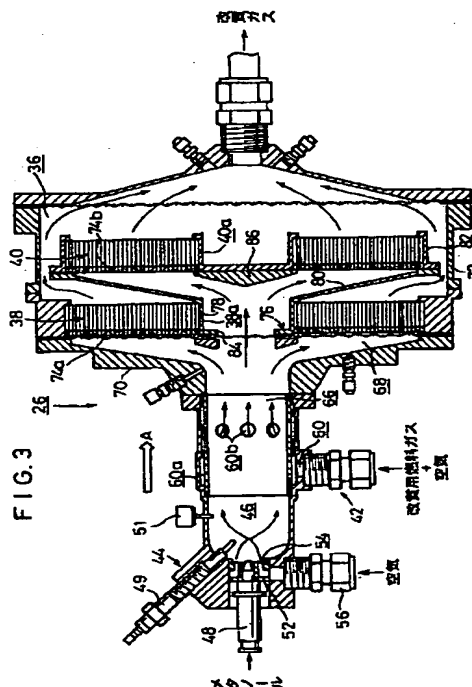
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 燃料改質装置およびその制御方法

(57)【要約】

【課題】簡単な構成で、始動時の暖気運転を短時間で容易に遂行することを可能にする。

【解決手段】第1および第2改質触媒層38、40に配置される改質室36と、前記改質室36に連通する燃焼室46内で燃焼を行って、始動時に前記第1および第2改質触媒層38、40に加熱用燃焼ガスを直接供給するための始動用燃焼機構44とを備える。燃焼機構44は、燃焼室46に加熱用燃料を供給するインジェクタ48と、この加熱用燃料を着火させるグロープラグ49とを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】炭化水素を含む改質用燃料を改質することにより、水素を含む改質ガスを生成する燃料改質装置であって、  
改質触媒部が配置される改質室と、  
前記改質室に連通する燃焼室内で燃焼を行って、前記燃料改質装置の始動時に前記改質触媒部に加熱用燃焼ガスを直接供給するための始動用燃焼機構と、  
を備え、  
前記始動用燃焼機構は、前記燃焼室に加熱用燃料を供給する燃料噴射手段と、  
前記燃焼室に供給された前記加熱用燃料を着火させる着火用プラグと、  
を備えることを特徴とする燃料改質装置。

【請求項2】請求項1記載の燃料改質装置において、前記着火用プラグに付与される電圧値および／または電流値を検出する検出手段と、  
前記燃焼室の温度または圧力を検出するセンサと、  
前記検出手段による検出値が設定値に達した際に前記燃料噴射手段を駆動して前記燃焼室に前記加熱用燃料を噴射させるとともに、前記センサによる検出値が設定値に達した際に前記着火用プラグへの通電を停止させる制御手段と、  
を備えることを特徴とする燃料改質装置。

【請求項3】請求項1記載の燃料改質装置において、前記燃焼室の温度を検出する温度センサと、  
前記着火用プラグへの通電前後における前記燃焼室の温度差が設定値に達した際に前記燃料噴射手段を駆動して前記燃焼室に前記加熱用燃料を噴射させるとともに、前記温度センサによる検出温度が設定値に達した際に前記着火用プラグへの通電を停止させる制御手段と、  
を備えることを特徴とする燃料改質装置。

【請求項4】請求項1記載の燃料改質装置において、前記燃焼室の温度を検出する温度センサと、  
前記着火用プラグへの通電後にタイマを作動させ、前記タイマが所定の時間だけ計時した際に前記燃料噴射手段を駆動して前記燃焼室に前記加熱用燃料を噴射させるとともに、前記温度センサによる検出温度が設定値に達した際に前記着火用プラグへの通電を停止させる制御手段と、  
を備えることを特徴とする燃料改質装置。

【請求項5】請求項1記載の燃料改質装置において、前記改質室で生成された前記改質ガスを燃料電池に供給する供給路の途上に弁を介して切り換え自在に設けられ、前記改質ガスを触媒燃焼器に供給するためのバイパス流路を備えることを特徴とする燃料改質装置。

【請求項6】炭化水素を含む改質用燃料を改質することにより、水素を含む改質ガスを生成する燃料改質装置であって、  
改質室に配置される改質触媒部の改質ガス出口温度を検

出する温度検出手段と、

前記改質ガス出口温度と前記改質室に導入される前記改質用燃料の供給量とに基づいて、前記改質ガス中の一酸化炭素濃度または残留炭化水素濃度を推定する制御手段と、  
を備えることを特徴とする燃料改質装置。

【請求項7】炭化水素を含む改質用燃料を改質することにより、水素を含む改質ガスを生成する燃料改質装置の制御方法であって、  
前記燃料改質装置の始動時に、改質室に配置された改質触媒部に加熱用燃焼ガスを直接供給して前記改質触媒部の温度を上昇させる工程と、  
前記改質触媒部を所定温度に加熱するとともに、前記改質触媒部で生成される前記改質ガスを燃焼器に供給して蒸発器を加熱する工程と、  
前記蒸発器が所定の温度に達した際、該蒸発器に前記改質用燃料および水を導入して前記改質触媒部に前記改質用燃料、水蒸気および酸素を供給することにより、酸化反応と改質反応とを同時に行わせて前記改質ガスを生成する工程と、  
前記改質触媒部で生成される前記改質ガス中の一酸化炭素濃度を検出する工程と、  
前記検出された前記一酸化炭素濃度が所定値以下になった際、前記改質ガスを燃料電池に供給する工程と、  
を有することを特徴とする燃料改質装置の制御方法。

【請求項8】請求項7記載の制御方法において、前記改質室に連通する燃焼室内で燃焼を行って、始動時に前記改質触媒部に前記加熱用燃焼ガスを直接供給することを特徴とする燃料改質装置の制御方法。

【請求項9】改質室に配置された改質触媒部に炭化水素を含む改質用燃料を供給し、この改質用燃料を改質することにより、水素を含む改質ガスを生成する燃料改質装置の制御方法であって、  
前記燃料改質装置の始動信号に基づいて、前記改質室に連通する燃焼室に配置された着火用プラグに通電する工程と、  
前記着火用プラグに付与される電圧値および／または電流値を検出する工程と、  
前記燃焼室の温度または圧力を検出する工程と、  
検出された前記電圧値および／または前記電流値が設定値に達した際、前記燃焼室に前記加熱用燃料を噴射させる工程と、  
検出された前記温度または前記圧力が設定値に達した際、前記着火用プラグへの通電を停止させる工程と、  
を有することを特徴とする燃料改質装置の制御方法。

【請求項10】改質室に配置された改質触媒部に炭化水素を含む改質用燃料を供給し、この改質用燃料を改質することにより、水素を含む改質ガスを生成する燃料改質装置の制御方法であって、  
前記燃料改質装置の始動信号に基づいて、前記改質室に

連通する燃焼室の温度を検出する工程と、  
前記燃焼室に配置された着火用プラグに通電する工程と、  
前記着火用プラグへの通電前後における前記燃焼室の温度差を検出する工程と、  
前記燃焼室の温度差が設定値に達した際、前記燃焼室に加熱用燃料を噴射させる工程と、  
前記燃焼室の温度が設定値に達した際、前記着火用プラグへの通電を停止させる工程と、  
を有することを特徴とする燃料改質装置の制御方法。

【請求項11】改質室に配置された改質触媒部に炭化水素を含む改質用燃料を供給し、この改質用燃料を改質することにより、水素を含む改質ガスを生成する燃料改質装置の制御方法であって、  
前記燃料改質装置の始動信号に基づいて、前記改質室に連通する燃焼室に配置された着火用プラグに通電する工程と、  
前記燃焼室の温度を検出する工程と、  
前記着火用プラグへの通電後にタイマを作動させる工程と、  
前記タイマが所定の時間だけ計時した際、前記燃焼室に加熱用燃料を噴射させる工程と、  
前記燃焼室の温度が設定値に達した際、前記着火用プラグへの通電を停止させる工程と、  
を有することを特徴とする燃料改質装置の制御方法。

【請求項12】炭化水素を含む改質用燃料を改質することにより、水素を含む改質ガスを生成する燃料改質装置の制御方法であって、  
改質室に配置される改質触媒部の改質ガス出口温度を検出する工程と、  
前記改質ガス出口温度と前記改質室に導入される前記改質用燃料の供給量とに基づいて、前記改質ガス中の一酸化炭素濃度または残留炭化水素濃度を推定する工程と、  
を有することを特徴とする燃料改質装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、炭化水素を含む改質用燃料を改質することにより、水素を含む改質ガスを生成する燃料改質装置およびその制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】電解質、例えば、固体高分子電解質膜を挟んでアノード側電極とカソード側電極とを対設した燃料電池セルを、セパレータによって挟持して複数積層することにより構成された燃料電池スタックが開発され、種々の用途に実用化されつつある。

【0003】この種の燃料電池スタックは、炭化水素、例えば、メタノール水溶液の水蒸気改質により生成された水素を含む改質ガス（燃料ガス）をアノード側電極に供給するとともに、酸化剤ガス（空気）をカソード側電極に供給することにより、前記水素ガスがイオン化して

固体高分子電解質膜内を流れ、これにより燃料電池の外部に電気エネルギーが得られるように構成されている。

【0004】ところで、メタノール水溶液を改質して改質ガスを生成する燃料改質装置では、始動時から暖気過程で生成される改質ガス成分中に、一酸化炭素（CO）および未反応炭化水素成分が混在している。このCOを混在した改質ガスが燃料電池スタックに供給されると、アノード側電極において触媒のCO被毒を招いてしまう。

【0005】そこで、上記の不具合を解消するために、例えば、特開平8-293312号公報に開示されている燃料電池システムが知られている。この従来技術では、燃料電池が始動時にある場合、温度センサおよびCOセンサの検出温度と検出CO濃度のいずれかがこの燃料電池が定常状態にあるときの許容温度範囲または許容CO濃度を逸脱していれば、流路切り換えバルブにより、改質装置からの水素リッチガスの供給先を該燃料電池からバーナに切り換えて高濃度のCOを含有する水素リッチガスを燃料電池に供給しないように構成されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記の従来技術では、改質装置内にメタノールと水とが供給され、このメタノールを水蒸気改質することによって水素ガスを含む改質ガスを生成している。この水蒸気改質反応は吸熱反応であり、改質装置には、メタノールの改質反応に適した温度にこの改質装置を加熱するためのバーナが備えられている。

【0007】しかしながら、バーナにより改質装置を所定温度（例えば、約250℃～300℃）に加熱しているため、前記改質装置を改質反応に適した温度まで加熱する暖気運転に相当に長時間を要するという問題が指摘されている。

【0008】本発明はこの種の問題を解決するものであり、簡単な構成で、暖気運転時間を一挙に短縮することが可能な燃料改質装置およびその制御方法を提供することを目的とする。

【0009】また、本発明は、暖気運転を効率的かつ経済的に行うことが可能な燃料改質装置およびその制御方法を提供することを目的とする。

【0010】さらにまた、本発明は、簡単かつ安価な構成で、改質触媒部における反応状態を確実に検出することが可能な燃料改質装置およびその制御方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明に係る燃料改質装置では、始動用燃焼機構が、燃焼室に加熱用燃料を供給する燃料噴射手段と、この燃焼室に供給された前記加熱用燃料を着火させる着火用プラグとを備えており、前記燃焼室内で燃焼が行われて燃料改質装置の始動時に前記

燃焼室に連通する改質室に配置されている改質触媒部に加熱用燃焼ガスが直接供給される。このため、改質触媒部の温度を改質用燃料の改質反応に適した温度に短時間で確実に加熱することができ、暖気運転時間が一挙に短縮化される。

【0012】また、本発明に係る燃料改質装置の制御方法では、燃料改質装置の始動後に改質室に配置された改質触媒部に加熱用燃焼ガスが直接供給され、この改質触媒部が所定温度に加熱される。その際、改質触媒部で生成される改質ガスが燃焼器に供給され、この燃焼器を介して蒸発器が加熱される。

【0013】蒸発器が所定の温度に達した際、この蒸発器に改質用燃料および水が供給されて改質触媒部に前記改質用燃料、水蒸気および酸素を含有するガス、例えば、空気が供給され、該改質触媒部で酸化反応と改質反応とが同時に行われる。いわゆる、オートサーマル方式であり、具体的には、 $\text{CH}_3\text{OH} + 3/2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  (発熱反応) と、 $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 3\text{H}_2$  (吸熱反応) とが同時に遂行され、改質器内に複雑な伝熱構造が不要になり、装置全体の構成が簡素化されるとともに、迅速な暖気工程が遂行される。

【0014】次いで、改質触媒部で生成される改質ガス中の一酸化炭素濃度が検出され、この一酸化炭素濃度が所定値以下になった際、改質ガスが燃料電池に供給される。従って、各種の改質ガス分析センサ等が不要になり、一酸化炭素濃度センサのみを用いて暖気運転が完了したことを正確に推定することができ、低コスト化および信頼性の向上が容易に図られる。ここで、改質室に連通する燃焼室内で燃焼を行って加熱用燃焼ガスを改質触媒部に直接供給することにより、構成の簡素化と暖気運転時間の短縮化が可能になる。

【0015】さらにまた、本発明に係る燃料改質装置およびその制御方法では、始動信号に基づいて改質室に連通する燃焼室に配置された着火用プラグに通電が開始され、このプラグに付与される電圧値および/または電流値が所定値に達した際、前記燃焼室に加熱用燃料を噴射させる。このため、プラグ温度が着火用の温度に到達した時点で加熱用燃料を噴射することができ、着火の確実性を確保することが可能になる。一方、燃焼室の温度または圧力が所定値に達した際、プラグへの通電を停止させる。これにより、電力消費量を有効に削減するとともに、プラグの耐久熱を有効に向上させることができる。

【0016】また、プラグへの通電前後における燃焼室の温度差を検出し、この温度差が設定値に達した際、前記燃焼室に加熱用燃料を噴射させる工程、あるいは、プラグへの通電後にタイマを作動させ、このタイマが所定の時間だけ計時した際、前記燃焼室に加熱用燃料を噴射させる工程を有する。このため、着火の確実性を確保するとともに、消費電力の削減が有効に可能になる。

【0017】さらにまた、本発明に係る燃料改質装置お

よびその制御方法では、改質室に配置される改質触媒部の改質ガス出口温度と、この改質室に導入される改質用燃料の供給量とに基づいて、前記改質触媒部で生成される改質ガス中の一酸化炭素濃度または残留炭化水素濃度が推定される。これにより、CO濃度検出部やメタノール濃度検出部が不要になり、簡単かつ安価な構成で、改質触媒部での反応状態が確実に把握され、所望の改質ガスを燃料電池に供給することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の第1の実施形態に係る燃料改質装置10を組み込む燃料電池システム12の概略構成説明図である。燃料電池システム12は、炭化水素を含む改質用燃料を改質することにより水素ガスを生成する燃料改質装置10と、この燃料改質装置10から改質ガスが供給されるとともに、酸化剤ガスとしての空気が供給され、前記改質ガス中の水素ガスと前記空気中の酸素とにより発電を行う燃料電池スタック14とを備える。炭化水素としては、メタノール、天然ガスまたはメタン等が使用可能である。

【0019】燃料改質装置10は、炭化水素、例えば、メタノールを貯留するメタノールタンク16と、燃料電池スタック14から排出される生成水等を貯留する水タンク18と、前記メタノールタンク16および前記水タンク18からそれぞれ所定量のメタノールおよび水が供給されてメタノール水溶液を混合する混合器20と、前記混合器20から供給されるメタノール水溶液を蒸発させるための蒸発器22と、前記蒸発器22に蒸発熱を供給する触媒燃焼器24と、前記蒸発器22から導入される水蒸気が混合されたメタノール（以下、改質用燃料ガスという）を改質して水素ガスを含む改質ガスを生成する改質器26と、この改質器26から導出される改質ガス中の一酸化炭素を除去するCO除去器28とを備える。

【0020】触媒燃焼器24とCO除去器28とには、空気供給器30からそれぞれ空気が供給されるとともに、改質器26と前記CO除去器28との間には、改質ガスの温度を低下させるための熱交換器32が配置されている。蒸発器22と改質器26と熱交換器32とCO除去器28と触媒燃焼器24とは、管体34を介して連結され、循環流路を構成している（図2参照）。

【0021】図3に示すように、改質器26は、改質室36に配置される第1および第2改質触媒層38、40と、前記改質室36に改質用燃料ガスおよび酸素含有ガス、例えば、空気を供給して前記第1および第2改質触媒層38、40で酸化反応と改質反応とを同時に行わせるための供給機構42と、前記第1および第2改質触媒層38、40の上流側に配置され、始動時に該第1および第2改質触媒層38、40に加熱用燃焼ガスを直接供給するための始動用燃焼機構44とを備える。

【0022】図2および図3に示すように、燃焼機構4

4は、改質器26にガス流れ方向(矢印A方向)の上流側に対応しかつ第1および第2改質触媒層38、40と同心的に設けられており、この燃焼機構44は燃焼室46に燃料、例えば、メタノールを供給するためのインジェクタ(燃料噴射手段)48と、着火用プラグ、例えば、グロープラグ49と、前記燃焼室46内の温度(または圧力)を検出する温度センサ(または圧力センサ)51とを備える。このインジェクタ48は、燃料経路50を介してメタノールタンク16に接続されている(図1参照)。

【0023】インジェクタ48の先端側周囲には、図3に示すように、空気ノズル52が装着され、この空気ノズル52は、燃焼室46に向かって開口する複数の空気導出口54を設けている。空気導出口54は、燃焼室46内で渦流を発生させるようにそれぞれの噴射方向および角度が設定されている。空気ノズル52は、第1空気経路56を介して空気供給器58または空気供給器30に接続されている(図1参照)。

【0024】供給機構42は、図2および図3に示すように、燃焼機構44の下流側に配置されており、インジェクタ48の下流でかつ第1改質触媒層38の上流に位置して改質用燃料ガスと酸化用および希釈用空気とが混合または独立して供給される供給口60を設けている。供給口60は、経路34aを介して蒸発器22に連結されるとともに、この経路34aの途上に設けられたジョイント部62は、例えば、空気供給器30に第2空気経路64を介して連通している。供給口60は、二重壁内の室60aを介して複数の導入口60bから流路室66に連通する。

【0025】改質器26は、燃焼室46に連通する流路室66から第1改質触媒層38に向かって拡張する円錐形状のガス供給流路68を形成するディフューザ部70を備える。ディフューザ部70の拡張する端部には、略円筒形状のケース72がねじ止めされており、このケース72内に第1および第2改質触媒層38、40が装着される。

【0026】第1および第2改質触媒層38、40は、銅または亜鉛系触媒で構成されており、ドーナツ形状のハニカム構造に設定されている。各ハニカム触媒のそれぞれの面方向は改質室36内のガス流れ方向(矢印A方向)に直交して並列されている。第1および第2改質触媒層38、40のガス流れ方向の上流側に第1および第2整流板74a、74bが固定される。

【0027】第1および第2改質触媒層38、40の間には、改質用燃料ガスがいずれか一方のみを通過するようにガス流路形成手段76が配置される。ガス流路形成手段76は、例えば、SUS製の板材で構成されており、第1改質触媒層38の中央空洞部分38aに挿入される筒状部78と、この筒状部78の端部からガス流れ方向に沿って拡張する円錐部80と、この円錐部80の

端部に一体的に設けられ、第2改質触媒層40の外周を覆うリング部82とを有する。筒状部78の先端は、ガス流れ方向とは逆方向に向かって縮径する絞り形状部84がねじ止め固定されている。第2改質触媒層40の中央空洞部分40aには、円錐形状のカバー部材86が装着されている。

【0028】図2に示すように、管体34を構成し触媒燃焼器24とCO除去器28とにそれぞれ接続される経路34b、34cのジョイント部88には、三方弁90が設けられており、この三方弁90は、前記経路34bと燃料電池スタック14とを連通する位置と、該経路34bと経路34cとを連通する位置とに切り換え自在である。この経路34cには、燃料電池スタック14から排出される排出成分中の未反応水素ガス等のガスを導入するための切り換え弁92が配置されている。

【0029】図4に示すように、燃料電池システム12を制御するECU等の制御手段100には、グロープラグ49に付与される電圧値および/または電流値を検出する電圧/電流モニタ(検出手段)102が接続される。制御手段100には、グロープラグ49への通電をON/OFFするためのスイッチ104が接続される。

【0030】図5に示すように、制御手段100には、蒸発器22に供給されるメタノール水溶液の供給量を調整するための燃料供給弁106と、供給機構42に供給される酸化用空気の供給量を調整するための第1空気供給弁108と、CO除去器28に供給される空気の供給量を調整するための第2空気供給弁110とが接続される。

【0031】流路室66に第1温度センサ112が配置され、改質室36内の第1および第2改質触媒層38、40の上流側(ガス入口側)の端面から所定距離Sだけ内方に位置して触媒ピーク温度検出用の第2温度センサ114が設けられる。この第1および第2改質触媒層38、40の下流側(改質ガス出口側)の端部には、改質ガス出口温度を検出する第3温度センサ116が設けられる。第1乃至第3温度センサ112、114および116は、制御手段100にそれぞれの検出温度を入力している。制御手段100には、蒸発器22の温度を検出する第4温度センサ118と、CO除去器28から導出される改質ガス中のCO濃度を検出するCOセンサ120とが接続されている。

【0032】このように構成される燃料改質装置10の動作について、本発明の第1の実施形態に係る制御方法との関連で、図6の(a)~(c)に示すタイムチャートおよび図7に示すフローチャートに基づいて、以下に説明する。

【0033】まず、燃料改質装置10の始動時には、始動暖気モード(ステップS1)として管体34の経路34b、34cが燃料電池スタック14と遮断状態にある。そこで、燃焼機構44を構成する第1空気経路56

から空気ノズル52を介して燃焼室46に空気(1次空気)が供給され、この燃焼室46内に渦流が形成される。この状態で、グロープラグ49に通電され(図8中、ステップS11)、電圧/電流モニタ102によりこのグロープラグ49の電流値がモニタされる(ステップS12)。

【0034】ここで、モニタされた電流値が、供給された電圧に対して最大電流値の±5%～±10%に達したことが制御手段100により演算されると(ステップS13中、YES)、インジェクタ48を介してメタノールタンク16内のメタノールが燃焼室46内に噴射される(ステップS14)。メタノールは、インジェクタ48を介して燃焼室46内に噴霧されるとともに、このメタノールに空気による渦流が作用して、前記メタノールの微粒化および拡散化が図られる。このため、燃焼室46内では、グロープラグ49の加熱作用下にメタノールが燃焼し、この燃焼室46内でのみ保炎がなされる。

【0035】次いで、第2空気経路64から各導入口60bを介して流路室66に保炎用空気(2次空気)が導入される。従って、燃焼室46で生成される高温の燃焼ガスに空気が混合され、この燃焼ガスの温度が調整された状態で、前記燃料ガスが改質室36に配置されている第1および第2改質触媒層38、40に直接供給される。

【0036】一方、燃焼室46の温度が温度センサ51により検出されており、この燃焼室46内の温度が設定値に達すると(ステップS14中、YES)、ステップS15に進んでスイッチ104が作動され、グロープラグ49の通電が停止される。これにより、始動暖気ルーチンが終了する。

【0037】さらに、インジェクタ48から燃焼室46内に噴霧されるメタノールの量が増加されるとともに、前記燃焼室46内での燃焼により発生した水とこのメタノールと第2空気経路64から導入される空気とにより、第1および第2改質触媒層38、40で酸化反応と改質反応とが同時に行われる(ステップS2)。具体的には、 $\text{CH}_3\text{OH} + 3/2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (発熱反応)と、 $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 3\text{H}_2$ (吸熱反応)とが同時に遂行され、水素を含む改質ガスが第1および第2改質触媒層38、40から生成される。

【0038】この改質ガスは、改質器26からCO除去器28を通して触媒燃焼器24に送られて燃料として利用され、蒸発器22を加熱する(ステップS3)。次に、ステップS4に進んで、第4温度センサ118により蒸発器22の温度が設定温度に達したことが検出されると、混合器20を介してメタノールと水が所定の混合比で混合されたメタノール水溶液が蒸発器22に供給される。

【0039】蒸発器22では、触媒燃焼器24を介してメタノール水溶液が蒸気化し、第2空気経路64から送

られる空気と混合されて供給機構42を構成する各導入口60bから改質器26内に供給される一方、インジェクタ48から燃焼室46内へのメタノールの供給が停止される。ここで、第1空気経路56から空気ノズル52を介して燃焼室46側に空気が継続して供給されており、インジェクタ48自体の温度を有効に低減している。

【0040】蒸発器22から経路34aに供給された改質用燃料ガスは、第2空気経路64から噴射される空気と混合して改質器26内に導入された後、ディフューザ部70側に送られる。このディフューザ部70では、メタノール水溶液、水蒸気および酸素を含む改質用燃料ガスがその一部をガス供給流路68に沿って第1改質触媒層38に送られる一方、他の部分がこの第1改質触媒層38の中央空洞部分38aに嵌挿された円筒部78の内部を通して第2改質触媒層40に送られる(ステップS5)。

【0041】第1および第2改質触媒層38、40では、改質用燃料ガス中のメタノール、水蒸気および酸素によって発熱反応である酸化反応と吸熱反応である燃料改質反応とが同時に行われる。これにより、改質器26内に複雑な伝熱構造を用いる必要がなく、この改質器26全体の構造を一挙に簡素化することができる。しかも、改質器26内の発熱反応によって改質反応に必要な熱が供給されるため、負荷変動に対する応答性がよく、水素ガスを含む改質ガスを効率的に生成することが可能になる。

【0042】第1改質触媒層38を通して生成された改質ガスおよび第2改質触媒層40を通して生成された改質ガスは、熱交換器32に導入されて所定の温度に冷却される。次いで、改質ガスは、CO除去器28に導入されてこの前記改質ガス中のCOが選択的に反応除去された後、COセンサ120を介して前記改質ガス中のCO濃度が測定される。そして、測定されたCO濃度が所定値以下であると判断されると(ステップS6中、YES)、ステップS7に進んで三方弁90が入れ替えられて、前記改質ガスが燃料電池スタック14に供給される。

【0043】この場合、第1の実施形態では、改質室36に燃焼室46が連通しており、この燃焼室46に加熱用燃料としてメタノールが噴射されるとともに、グロープラグ49に通電されて前記燃焼室46内で前記メタノールが燃焼する。この燃焼により生成される燃焼ガスが、改質室36内の第1および第2改質触媒層38、40に直接供給されるため、前記第1および第2改質触媒層38、40が迅速に加熱され、燃料改質装置10の始動時における暖気運転が極めて短時間で遂行されるという効果が得られる。

【0044】さらに、第1の実施形態では、燃焼室46で生成される燃焼ガスにより第1および第2改質触媒層



38、40が所定温度に達した後、この第1および第2改質触媒層38、40から生成される改質ガスが触媒燃焼器24に供給され、蒸発器22を加熱する燃料として使用される。このため、燃料を効率的に使用するとともに、暖気運転が一層短時間で遂行されることになる。

【0045】また、第1および第2改質触媒層38、40および蒸発器22が所定の温度に達した後、改質用燃料が供給されて改質ガスが生成される。そして、改質ガス中のCO濃度が所定値以下となった際に、前記改質ガスが燃料電池スタック14に供給される。従って、所望の改質ガスが生成されたことを、簡単な構成で確実に判断することができ、燃料改質装置10全体の暖気運転を含む準備作業が一挙に効率的に遂行され、燃料電池スタック14による発電作業が効率的に行われるという効果が得られる。

【0046】また、第1の実施形態では、始動暖気運転においてグロープラグ49に通電された後、電圧/電流モニタ102を介して前記グロープラグ49の電流値がモニタされる。そこで、グロープラグ49が着火可能な温度に至った際、インジェクタ48から燃焼室46に燃料であるメタノールが噴射される。このため、燃焼室46内における着火の確実性を確保することができるという利点がある。

【0047】しかも、温度センサ51を介して燃焼室46内の温度が自己保炎が可能な温度になったことが検出された際、グロープラグ49の通電が停止される。これにより、着火後におけるグロープラグ49の自己発熱を中止し、前記グロープラグ49の耐久熱を有効に向上させて長期間にわたり使用することが可能になるという効果が得られる。

【0048】図9は、本発明の第2の実施形態に係る制御方法を説明する始動暖気ルーチンのフローチャートである。

【0049】この第2の実施形態では、始動信号に基づいて温度センサ51が燃焼室46の温度を検出しながら(ステップS21)、グロープラグ49に通電が行われる(ステップS22)。制御手段100は、温度センサ51による燃焼室46内の温度をモニタし、グロープラグ49への通電前後における前記燃焼室46の温度差 $\Delta T$ を算出する。

【0050】この温度差 $\Delta T$ が所定温度以上、例えば、50℃以上であると判断されると(ステップS23中、YES)、ステップS24に進んで、インジェクタ48から燃焼室46に燃料であるメタノールが噴射される。そして、燃焼室46内の温度が設定温度に至る際(ステップS25中、YES)、グロープラグ49の通電が停止される(ステップS26)。

【0051】このように、第2の実施形態では、グロープラグ49の通電前後における燃焼室46内の温度差 $\Delta T$ を演算し、この温度差 $\Delta T$ が設定温度以上となった

際、すなわち、着火可能な温度になった際、インジェクタ48から前記燃焼室46にメタノールを噴射している。従って、燃焼室46内での着火の確実性を確保することができる等、第1の実施形態と同様の効果が得られる。

【0052】図10は、本発明の第3の実施形態に係る制御方法を実施する始動暖気ルーチンのフローチャートである。

【0053】この第3の実施形態では、グロープラグ49に通電した後(ステップS31)、制御手段100のタイマの計時が開始される(ステップS32)。そして、タイマが所定の時間だけ計時した後(ステップS33中、YES)、燃焼室46内にインジェクタ48を介してメタノールが噴射される(ステップS34)。さらに、燃焼室46内の温度が設定温度以上となった際(ステップS35中、YES)、ステップS36に進んでグロープラグ49の通電が停止される。

【0054】このように、第3の実施形態では、グロープラグ49に通電された後、環境条件等に基づいて制御手段100により演算して予め設定された時間が経過した後、燃料であるメタノールが燃焼室46に噴射される。このため、第1および第2の実施形態と同様に、燃焼室46内における着火の確実性が確保されるという効果が得られる。

【0055】次に、図5を参照して、本発明の第4の実施形態に係る制御方法について説明する。

【0056】この第4の実施形態では、COセンサ120を用いることがなく、改質器26内の温度、特に第3温度センサ116により検出される触媒層の改質ガス出口温度と、この改質器26に供給される改質用燃料ガスの供給量とから改質ガス中のCO濃度または残留メタノール濃度を推定するものである。

【0057】ここで、制御手段100には、予め、図11、図12および図13に示す条件がマップとして記録されている。図11では、改質用燃料ガスの供給量とメタノール反応率との関係が、改質ガス出口温度 $T_1$ 、 $T_2$ および $T_3$ ( $T_1 < T_2 < T_3$ )について示されている。図12には、改質用燃料ガスの供給量とCO濃度との関係が、それぞれの改質ガス出口温度 $T_1$ 、 $T_2$ および $T_3$ 毎に示されている。さらに、図13には、改質用燃料ガスの供給量と残留メタノール濃度との関係が改質ガス出口温度 $T_1$ 、 $T_2$ および $T_3$ 毎に示されている。

【0058】そこで、第4の実施形態では、図5に示すように、制御手段100が燃料供給弁106を制御して蒸発器22に供給されるメタノール水溶液の供給量が設定されるとともに、第1空気供給弁108を駆動して酸化用空気の供給量が設定される。これにより、改質器26内には、それぞれ所定量の改質用燃料ガスおよび酸化用空気が導入され、第1および第2改質触媒層38、40を介して改質ガスが生成される。

【0059】第1および第2改質触媒層38、40では、メタノール水溶液、水蒸気および酸素が供給されることにより、酸化反応と改質反応とが同時に行われ、いわゆる、オートサーマルによる反応が遂行される。このため、制御手段100には、第1温度センサ112を介して改質用燃料ガスの温度が入力され、第2温度センサ114を介して触媒ピーク温度が入力され、さらに、第3温度センサ116を介して改質ガス出口温度が入力される。

【0060】制御手段100では、予め設定された改質用燃料ガスの供給量と、第3温度センサ116により検出される改質ガス出口温度とに基づいて、CO濃度（または残留メタノール濃度）が推定される。そして、このCO濃度に基づいて、CO除去器28に供給する空気量が第2空気供給弁110により調整される。

【0061】このように、第4の実施形態では、COセンサ等の各種センサを用いることがなく、改質器26に供給される改質用燃料ガスの供給量と、この改質器26内での改質ガス出口温度とに基づいて、改質ガス中のCO濃度（または残留メタノール濃度）が推定される。これにより、高価なセンサ類を不要にし、改質反応の状態を経済的かつ正確に把握することができ、所望の改質ガスを燃料電池スタック14に確実に供給することができるという効果が得られる。

【0062】ところで、第1および第2改質触媒層38、40は、継続的に使用することにより性能劣化が惹起される場合がある。このため、制御手段100では、触媒精度が劣化した第1および第2改質触媒層38、40での改質ガス出口温度を補正する処理がなされる。すなわち、図14に示すように、触媒層の入口温度を一定にし、基本の温度分布（イ）と触媒性能が劣化した場合の温度分布（ロ）とを比較すると、触媒性能の劣化に伴って反応量が減少するため、温度分布（ロ）では、吸熱量が減少して反応ガス出口温度が高くなっている。

【0063】従って、改質用燃料ガスの供給量、触媒入口温度、供給空気量および改質ガス出口温度に基づいて、劣化の程度が確実に推定され、この結果に基づいて第1および第2改質触媒層38、40の劣化量が判断される。これにより、劣化量と温度の関係に予め相関を取ることができ、改質ガス中のCO濃度（または残留メタノール濃度）を劣化の程度に応じて正確に検出することができるという利点がある。

【0064】

【発明の効果】本発明に係る燃料改質装置では、始動用燃焼機構が、燃焼室に加熱用燃料を供給する燃料噴射手段と、この加熱用燃料を着火させる着火用プラグとを備え、前記燃焼室内で燃焼を行って、始動時に該燃焼室に連通する改質室に配置されている改質触媒部に燃焼ガスを直接供給する。このため、改質触媒部の加熱を迅速かつ容易に行うことができ、始動時の暖気運転が一挙に短

時間で遂行される。

【0065】また、本発明に係る燃料改質装置の制御方法では、改質触媒部に加熱媒体を供給してこの改質触媒部を昇温させるとともに、生成された改質ガスを燃焼器に供給して蒸発器を加熱し、改質用燃料、水蒸気および酸素を介して酸化反応と改質反応とを同時に行わせる。次いで、改質触媒部で生成される改質ガス中の一酸化炭素濃度を検出し、この一酸化炭素濃度を所定値以下となった際に、前記改質ガスを燃料電池に供給する。このため、所望の改質ガスを効率的かつ確実に得ることができるとともに、始動時の暖気運転時間を有効に短縮することが可能になる。

【0066】さらにまた、本発明に係る燃料改質装置およびその制御方法では、始動時に燃焼室に配置された着火用プラグに通電した後、この着火用プラグが最適温度に至ったことを検出した時点で、この燃焼室に加熱用燃料を噴射する一方、前記燃焼室内が所定の温度に至ったことを検出した時点で、前記着火用プラグへの通電を停止させる。従って、燃焼室内での着火の確実性を確保するとともに、着火用プラグの耐久熱を有効に向上させることができる。

【0067】さらに、本発明に係る燃料改質装置の制御方法では、改質室に配置される改質触媒部の改質ガス出口温度と、前記改質室に導入される改質用燃料の供給量とに基づいて、前記改質ガス中の一酸化炭素濃度または残留炭化水素濃度が推定される。これにより、各種センサが不要になって、簡単かつ経済的な構成で、改質ガス中の成分を確実に推定して所望の改質ガスを得ることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る燃料改質装置を組み込む燃料電池システムの概略構成説明図である。

【図2】前記燃料改質装置の斜視説明図である。

【図3】前記燃料改質装置を構成する改質器の縦断面説明図である。

【図4】前記改質器に連結される燃焼機構の説明図である。

【図5】前記改質器に組み込まれる各種センサの説明図である。

【図6】第1の実施形態に係る制御方法を説明するタイミングチャートである。

【図7】前記第1の実施形態に係る制御方法を説明するフローチャートである。

【図8】図7中、始動暖気ルーチンのフローチャートである。

【図9】本発明の第2の実施形態に係る制御方法を説明する始動暖気ルーチンのフローチャートである。

【図10】本発明の第3の実施形態に係る制御方法を実施する始動暖気ルーチンのフローチャートである。

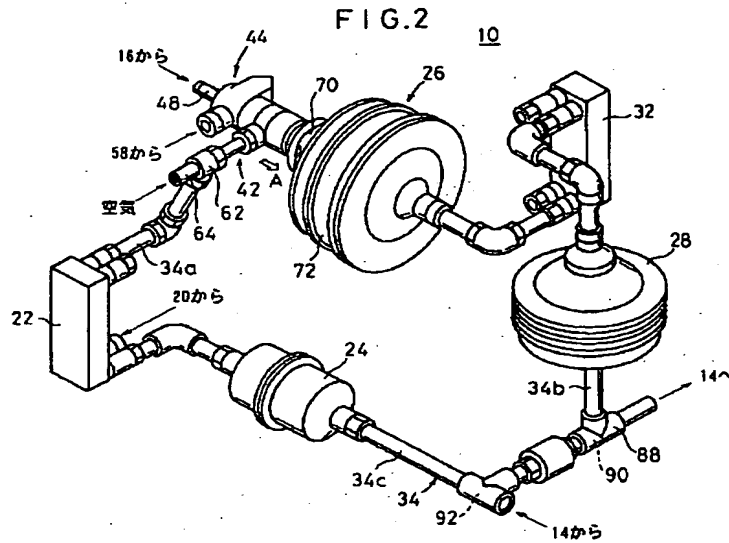
【図11】改質用燃料ガスの供給量とメタノール反応率

## …経路

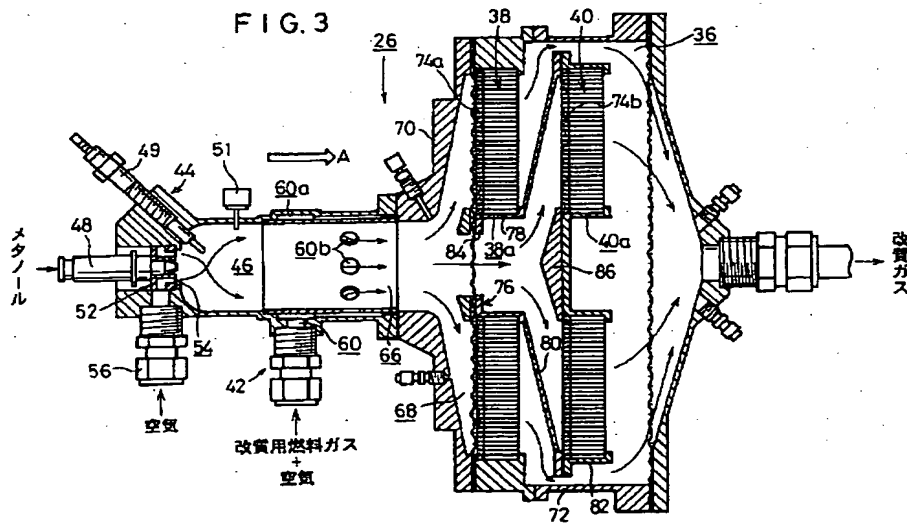
FIG. 1 is a schematic diagram of a fuel cell system. The system includes a Methanol Tank (16), Water Tank (18), Mixer (20), Injector (48), Reformer (26), Heat Exchanger (32), CO Remover (28), Fuel Cell Stack (14), and Exhaust (22). Air (58) is supplied to the injector and reformer. Reformed gas (12) goes to the fuel cell stack. Exhaust gas (34) is treated in a catalytic converter (24) before being exhausted (22). Methanol-water solution (20) is fed into the reformer. A dashed line (34a) indicates a feedback loop from the fuel cell stack to the reformer.

The schematic diagram illustrates a fuel system architecture. At the top left, a rectangular box labeled "燃料供給弁" (Fuel Supply Valve) with reference numeral 105 is connected via a line to another box labeled "燃費器" (Fuel Meter) with reference numeral 22. Below the fuel meter is a box labeled "第1空気供給弁" (First Air Supply Valve) with reference numeral 108. To the right of these is a large central box labeled "ECU" (Electronic Control Unit) with reference numeral 100. Above the ECU is a box labeled "CO除去器" (CO Purifier) with reference numeral 28. To the right of the CO purifier is a box labeled "燃料電池" (Fuel Cell) with reference numeral 120. Several arrows indicate the flow of fuel and air between these components. Reference numerals 112, 114, 116, and 118 point to specific locations or sensors within the system. A hatched rectangular area labeled "触媒" (Catalyst) with reference numeral 26 is shown within a larger box labeled 38(40). Arrows from the catalyst point to reference numerals 114 and 116. An arrow labeled "S" points to the catalyst area.

【図2】

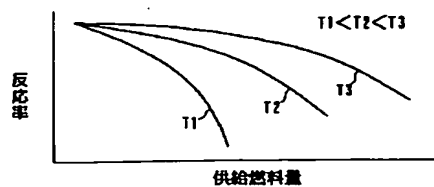


【図3】



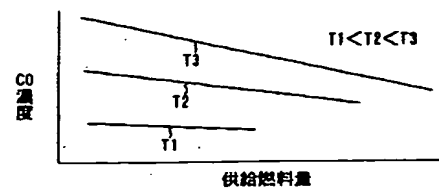
【図11】

FIG. 11



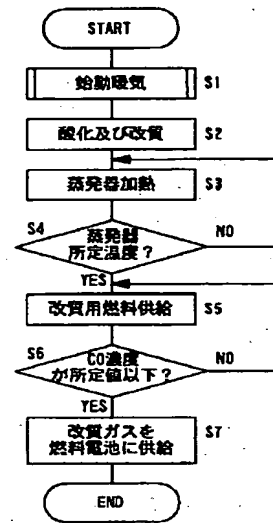
【図12】

FIG. 12



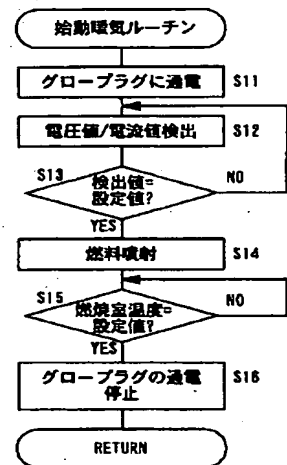
【図7】

FIG. 7

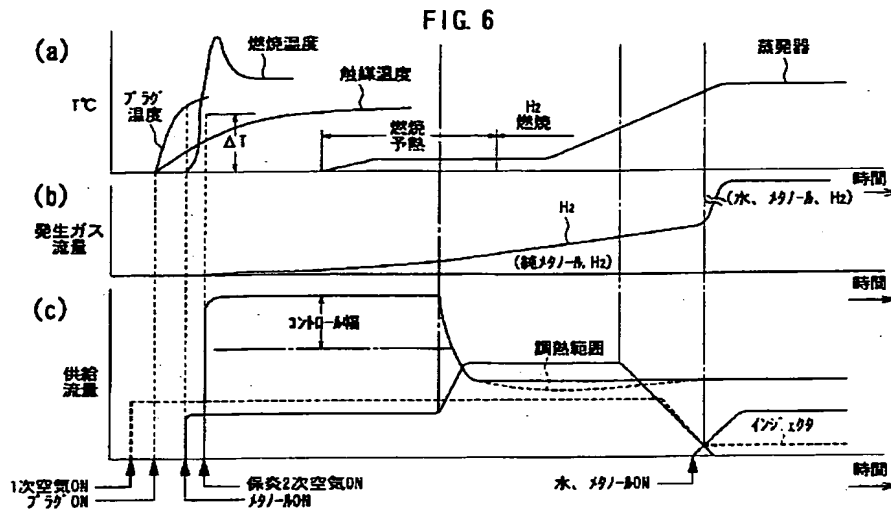


【図8】

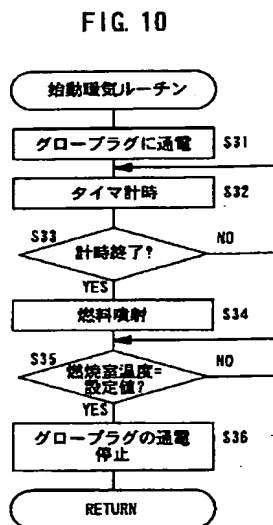
FIG. 8



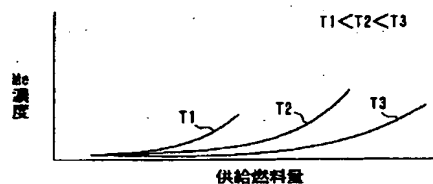
【図6】



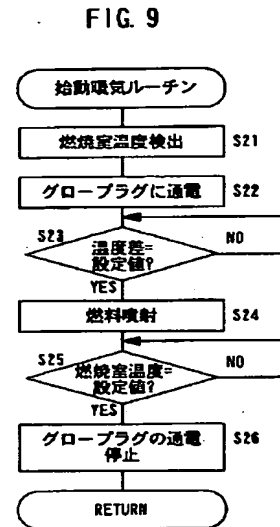
【図10】



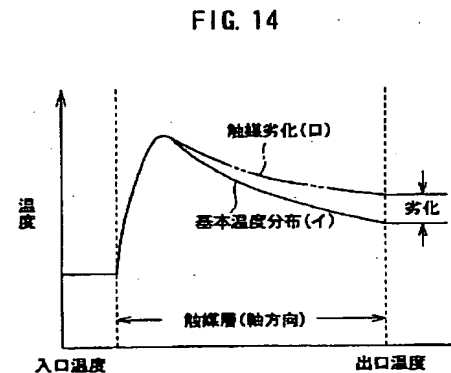
【図13】



【図9】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 小谷 保紀  
埼玉県和光市中央1-4-1 株式会社本  
田技術研究所内

(72)発明者 隅 英明  
埼玉県和光市中央1-4-1 株式会社本  
田技術研究所内

Fターム(参考) 4G040 EA03 EA07 EB12 EB43  
5H027 AA06 BA01 BA09 BA10 BA16  
KK00 KK01 KK31 KK41 KK42  
KK51 MM09 MM13 MM26